

Klemens Burg | Herbert Haf  
Friedrich Wille | Andreas Meister

# Höhere Mathematik für Ingenieure

Band I: Analysis

9. Auflage

**STUDIUM**



**VIEWEG+  
TEUBNER**

Klemens Burg | Herbert Haf | Friedrich Wille | Andreas Meister

Höhere Mathematik für Ingenieure



Klemens Burg | Herbert Haf  
Friedrich Wille | Andreas Meister

# Höhere Mathematik für Ingenieure

Band I: Analysis

9., überarbeitete Auflage

Bearbeitet von

Prof. Dr. rer. nat. Herbert Haf, Universität Kassel

Prof. Dr. rer. nat. Andreas Meister, Universität Kassel

STUDIUM



**VIEWEG+**  
**TEUBNER**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über  
<<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

**Prof. Dr. rer. nat. Klemens Burg †**, geb. 1934 in Bochum. 1954 – 1956 Tätigkeit in der Industrie. 1956 – 1961 Studium der Mathematik und Physik an der RWTH Aachen. 1961 Diplomprüfung in Mathematik. 1964 Promotion, 1961 – 1973 Wiss. Ass. und Akad. Rat/Oberrat, 1970 Habilitation. 1973 – 1975 Wiss. Rat und Prof. an der Universität Karlsruhe. 1975 – 2002 Prof. für Ingenieurmathematik an der Universität Kassel. Arbeitsgebiete: Mathematische Physik, Ingenieurmathematik

**Prof. Dr. rer. nat. Herbert Haf**, geb. 1938 in Pfronten/Allgäu. 1956 – 1960 Studium der Feinwerktechnik-Optik am Oskar-von-Miller-Polytechnikum München. 1960 – 1966 Studium der Mathematik und Physik an der RWTH Aachen. 1966 Diplomprüfung in Mathematik. 1966 – 1970 Wiss. Ass., 1968 Promotion. 1970 – 1974 Akad. Rat/Oberrat an der Universität Stuttgart. 1968 – 1974 Lehraufträge an der Universität Stuttgart. 1974 – 2003 Prof. für Mathematik (Analysis) an der Universität Kassel. Arbeitsgebiete: Funktionalanalysis, Verzweigungstheorie, Approximationstheorie

**Prof. Dr. rer. nat. Friedrich Wille †**, geb. 1935 in Bremen. 1955 – 1961 Studium der Mathematik und Physik an den Universitäten Marburg, Berlin und Göttingen. 1961 Diplom, anschließend Industriepraxis. 1963 – 1968 Wiss. Mitarb. der Aerodynamischen Versuchsanstalt (AVA) Göttingen. 1965 Promotion, Leiter des Rechenzentrums Göttingen. 1968 – 1971 Wiss. Ass. der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR). 1970 Battelle-Institut Genf. 1971 Habilitation, 1972 Wiss. Rat und Prof. in Düsseldorf. 1973 – 1995 Prof. für Angewandte Mathematik an der Universität Kassel. Arbeitsgebiete: Aeroelastik, Nichtlineare Analysis, math. Modellierung

**Prof. Dr. rer. nat. Andreas Meister**, geb. 1966 in Einbeck. 1987 – 1993 Studium der Mathematik mit Nebenfach Informatik an der Georg-August-Universität Göttingen. 1993 Diplomprüfung in Mathematik. 1993 – 1996 Promotionsstipendium an der Deutschen Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt in Göttingen, 1996 Promotion an der TH Darmstadt. 1996 Wiss. Mitarb. am Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik Kaiserslautern. 1996 – 1997 Wiss. Mitarb., 1997 – 2002 Wiss. Ass. an der Universität Hamburg. 2001 Habilitation und Privatdozent am FB Mathematik der Universität Hamburg. 2002 – 2003 Hochschuldozent an der Universität zu Lübeck. Seit 2003 Prof. für Angewandte Mathematik an der Universität Kassel. Arbeitsgebiete: Numerik partieller Differentialgleichungen und Numerik linearer Gleichungssysteme.

1. Auflage 1985  
9., überarbeitete Auflage 2011

Alle Rechte vorbehalten  
© Vieweg+Teubner Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2011

Lektorat: Ulrich Sandten | Kerstin Hoffmann

Vieweg+Teubner Verlag ist eine Marke von Springer Fachmedien.  
Springer Fachmedien ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.  
[www.viewegteubner.de](http://www.viewegteubner.de)



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: KünkelLopka Medienentwicklung, Heidelberg  
Druck und buchbinderische Verarbeitung: STRAUSS GMBH, Mörlenbach  
Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier  
Printed in Germany

ISBN 978-3-8348-1218-6

## Vorwort

*Theorie ohne Praxis ist leer,  
Praxis ohne Theorie ist blind.*

Die vorliegende »Höhere Mathematik für Ingenieure« umfaßt den Inhalt einer Vorlesungsreihe, die sich über die ersten vier bis fünf Semester erstreckt. Das Werk wendet sich hauptsächlich an Studenten der Ingenieurwissenschaften, darüber hinaus aber allgemein an alle Studierenden technischer und physikalischer Richtungen, sowie an Studenten der Angewandten Mathematik (Technomathematik, Mathematikingenieur, mathematische Physik).

Lernende und Lehrende finden mehr in diesen Bänden, als in einem Vorlesungszyklus behandelt werden kann. Die Bücher sind so gedacht, daß der Dozent — dem Aufbau der Kapitel folgend — einen »roten Faden« auswählt, der dem Studierenden den Weg in die Mathematik bahnt und ihm die Stofffülle strukturiert. Der Lehrende wird dabei seinen eigenen Vorstellungen folgen, etwa in der Auswahl der Beispiele, dem Weglassen gewisser »Seitenwege«, oder dem Betonen von Sachverhalten, die für die Fachrichtung der Hörer seiner Lehrveranstaltung wichtig sind.

Dem Studierenden sollen die Bände zur Nacharbeit und Vertiefung des Vorlesungsstoffes dienen, wie auch zum Selbststudium und zur Fortbildung. Die vielen Anwendungsbeispiele sollen ihm den Inhalt dabei lebendig machen, und zusätzliche Ausführungen sein Kernwissen abrunden. Später lassen sich die Bücher immer wieder als Nachschlagewerk verwenden. Insbesondere sind sie zur Examensvorbereitung nützlich, wie auch im Berufsleben als greifbares »Hintergrundwissen«.

Die Bände sind inhaltlich folgendermaßen gegliedert: Band I enthält die Differential- und Integralrechnung einer und mehrerer Veränderlicher, und damit den Stoff der Vorlesungen Analysis I und II. Es wurde dabei Wert auf eine sorgfältige Grundlegung, verbunden mit praktischen Anwendungen, gelegt. Band II hat die Lineare Algebra zum Thema, während Band III die gewöhnlichen Differentialgleichungen enthält, sowie Distributionen und Integraltransformationen. Dabei wurde eine eher einfache, wenn auch genaue Darstellung gewählt, damit der Ingenieur schnell zu Anwendungen vorstoßen kann. Im Band IV folgen dann die Vektoranalysis und Funktionentheorie (komplexe Analysis) und in Band V Funktionalanalysis und partielle Differentialgleichungen.

Manche Mathematikurse für Ingenieure beginnen mit Analysis (z.B. bei Maschinenbauern), andere mit Linearer Algebra (etwa bei Elektrotechnikern). Aus diesem Grunde wurden die Bände I und II unabhängig voneinander gestaltet, so daß man den Kurs mit jedem dieser Bände beginnen kann.

An Vorkenntnissen wird wenig vorausgesetzt. Schulkenntnisse in elementarer Algebra (Bruchrechnung, Klammerausdrücke) und Geometrie (einfache ebene und räumliche Figuren, Koordinatensystem) genügen. Grundsätzlich beginnt der vorliegende Lehrgang ganz »von vorne«, d.h. mit der Erläuterung der Zahlen, und baut darauf systematisch auf. Auf diese Weise wird auch das meiste aus der Schulmathematik in geraffter Form wiederholt. Der Leser kann daher, je nach Vorkenntnis, die Inhalte erstmalig lernen oder sein Wissen in das vorliegende Gerüst einordnen.